



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA  
DAS SEMENTES DE SOJA EM DETERMINADOS  
PONTOS DURANTE O BENEFICIAMENTO**

**Bruna Issa**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Brasília-DF**  
**NOVEMBRO/2019**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES  
DE SOJA EM DETERMINADOS PONTOS DURANTE O  
BENEFICIAMENTO.**

**BRUNA ISSA**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli**

Trabalho de Conclusão de Curso  
para Graduação em Agronomia,  
apresentado à Faculdade de  
Agronomia e Medicina Veterinária  
da Universidade de Brasília, como  
requisito para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

**Brasília-DF  
DEZEMBRO/2019**

Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE SOJA EM DETERMINADOS PONTOS DURANTE O BENEFICIAMENTO.

Bruna Issa  
Matrícula: 14/0132546

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Fagioli  
Matrícula: 1035649

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

---

Professor Dr. Marcelo Fagioli  
Universidade de Brasília - UnB  
Orientador

---

Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Bárbara Emanoele Dias da Silva de Souza - Mestranda em Agronomia  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinadora

---

Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup> Nayara Carvalho, MSc - Doutoranda em Agronomia  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinadora

## FICHA CATALOGRÁFICA

ISSA, B.

Avaliação da qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de soja da cultivar Desafio em determinados pontos durante o processo de beneficiamento. / Bruna Issa; orientação de Marcelo Fagioli - Brasília, 2019. 31f.

Monografia - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. Soja - Beneficiamento 2. Soja – Qualidade fisiológica 3. Germinação e vigor.

I. Fagioli. M. de II. Título

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ISSA, B. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja em determinados pontos durante o beneficiamento.** 2019. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2019.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** Bruna Issa

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Avaliação da qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de soja da cultivar Desafio em determinados pontos durante o processo de beneficiamento.

**Grau:** 3º **Ano:** 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Bruna Issa  
Matrícula: 14/0132546  
e-mail: [bruggtt@gmail.com](mailto:bruggtt@gmail.com)

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Maria Benta Issa e Carlos Antônio Issa pelos exemplos de determinação e persistência nunca desistindo de perseguir seus sonhos.*

*A Deus por iluminar meu caminho até este momento e por todos que ainda virão e por me abençoar permitindo que eu pudesse realizar este sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente ao meu orientador Professor Dr. Marcelo Fagioli pelos conhecimentos transmitidos, ajuda acadêmica, compreensão e carinho.

Ao Felipe Rodrigues por me ajudar a manter a calma e me preparar para este momento.

Ao meu namorado por todo carinho, apoio e compreensão durante a etapa final.

Aos professores do curso de Agronomia pelos conhecimentos compartilhados e participação na minha formação profissional, acadêmica e humana.

A toda a minha família pelo apoio, principalmente aos meus irmãos, Leandro José Issa e Carlos Antônio Issa Júnior que me deram apoio para seguir este caminho.

Ao meu sobrinho querido João Gabriel que sempre esteve ao meu lado me dando suporte e cuidando quando precisava.

Aos meus grandes amigos de curso Stéfany Tavares, Aliny Laís, Vinícius Daniel, Mateus Malheiros, Matheus Lima, Otávio Augusto e todos os demais que participaram dessa caminhada comigo e fizeram dessa experiência única.

Aos meus amigos da vida Antônio Maria, Lucas Rodrigues, Felipe Lima, Emanuel Teixeira, João Nicastri, João Vitor Oliveira Pedro Lima, Bárbara Alves, Tamila Raposo e demais que cultivei durante minha vida.

Aos amigos e funcionários da FAL Israel e Vasco pela ajuda.

**Muito obrigada!**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iv
Abstract .....	v
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
3.1. Situação econômica mundial da soja .....	3
3.2. Situação econômica brasileira da soja.....	3
3.3. Qualidade fisiológica da semente da soja.....	4
3.4. Beneficiamento e perda de qualidade.....	6
3.5. Testes realizados em sementes para vigor .....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4.1. Local de desenvolvimento do experimento.....	10
4.2. Genótipo utilizado .....	10
4.3. Coleta das amostras de sementes durante o beneficiamento .....	10
4.4. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes.....	11
4.4.1. Teste Padrão de Germinação (TPG).....	11
4.4.2. Teste de Condutividade Elétrica (CE) .....	12
4.4.3. Teste de Dano Mecânico (DM) .....	12
4.4.4. Teste de Envelhecimento acelerado (EA) .....	13
4.4.5. Teste de Tetrazólio (TZ).....	13
4.4.6. Emergência de plântulas em campo (EC) .....	14
4.5. Análise estatística .....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÕES .....	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

ISSA, B. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja em determinados pontos durante o beneficiamento.** 2019. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2019.

## RESUMO

O processo de beneficiamento de sementes de uma espécie permite que o melhor do material possa ser aproveitado, descartando materiais indesejáveis. Para confirmar a eficiência desse processo, existem testes que avaliam a germinação e o vigor do lote da semente. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de soja da cultivar Desafio em determinados pontos durante o processo de beneficiamento. O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes da Universidade de Brasília. As sementes foram obtidas, na safra 2018/2019, da empresa Tec Agro ao longo do processo de beneficiamento. Foram realizados testes para avaliar sua qualidade fisiológica em quatro pontos durante o processo de beneficiamento. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Pela interpretação dos resultados conclui-se que a germinação foi mantida ao longo do beneficiamento e ficou acima do padrão mínimo exigido para comercialização. No teste de envelhecimento acelerado a passagem pelos equipamentos de beneficiamento promoveu o aumento na qualidade da semente. Para dano mecânico, independente das etapas de beneficiamento, os valores se mantiveram iguais. No teste de condutividade elétrica, as sementes puderam ser classificadas como de vigor médio, independente das etapas de beneficiamento. No teste de tetrazólio as sementes apresentaram classificação de vigor como muito alto e vigor médio, mas sem diferir nas etapas de beneficiamento. Na emergência em campo os valores aumentaram conforme a passagem pelas etapas de beneficiamento.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, qualidade fisiológica, testes de vigor, perda de qualidade.



## ABSTRACT

The process of seed processing of a species allows the best of the material to be harnessed by discarding unwanted materials. To confirm the efficiency of this process, there are tests that evaluate germination and seed vigor. Thus, the objective of this work was to evaluate the physiological quality (germination and vigor) of Desafio soybean seeds until certain points during the beneficiation process. The work was conducted at the seed laboratory of the University of Brasilia. The seeds were obtained in 2018/2019 crop, from Tec Agro company during the beneficiation process. Tests were performed to evaluate their physiological quality at four points during the beneficiation process. A completely randomized design was used, with means compared by the Tukey test at 5%. From the interpretation of the results it can be concluded that germination was maintained throughout the processing and was above the minimum standart required for commercialization. In the accelerated aging test, the passage through processing equipment promoted a increase in seed quality. For mechanical damage, regardless of the beneficiation steps, the values remained the same. In the electricall conductivity test, the seeds can be classified as medium vigor, regardless oh the beneficiation stages. In the tetrazolium test the seeds presented vigor rating as very high and medium vigor, but withou differing in the beneficiation stages. In the field emergency the values increased as the beneficiation stages went through.

**Keywords:** *Glycine max*, physiological quality, vigor tests, quality loss.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja é uma das principais cadeias de produção do agronegócio em território nacional devido a sua grande importância para produção de produtos oriundos do processamento desse grão. Tanto no cenário econômico mundial quanto no nacional, a soja ocupa grande parte do volume de exportação, sendo o principal consumidor a China, e os principais produtores Brasil e Estados Unidos.

Devido a sua grande importância, o plantio de uma lavoura de soja deve contar com vários detalhes para um bom desenvolvimento da cultura. O ambiente deve prover os requisitos básicos para que a semente germine, a plântula desenvolva e a planta produza. A semente deve contar também com uma boa qualidade fisiológica para expressar o seu máximo de produtividade e conseguir ser conduzida diante alguma adversidade do ambiente, como chuvas ou estresse hídrico.

Com o objetivo de separar sementes viáveis de qualidade de sementes danificadas e matérias indesejáveis, o beneficiamento passa a ser uma das principais práticas adotadas para obtenção de sementes com elevada qualidade fisiológica (germinação e vigor). Após a colheita, as sementes chegam na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) contaminada com sujeira e aquelas que sofreram danos antes e durante a colheita.

Para separar esse material, as sementes são submetidas a etapas de pré-limpeza, secador, limpeza, classificação e tratamento e em seguida são direcionadas para o mercado ou armazenamento até serem comercializadas. As sementes podem sofrer com danos mecânicos oriundos das máquinas, de umidade pela colheita fora do período e/ou por microrganismos e insetos.

Devido o longo processo de beneficiamento ser realizado com máquinas, algumas etapas podem causar danos que venham a comprometer a qualidade da semente influenciando na sua viabilidade e vigor.

## **2. OBJETIVO**

Avaliar a qualidade fisiológica (germinação e vigor) das sementes de soja da cultivar Desafio em determinados pontos durante o processo de beneficiamento.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Situação econômica mundial da soja**

Até o mês de setembro de 2019 foi levantado uma exportação que atingiu um total de 72000 milhões t. A importação foi de 200 t. A produção de soja para sementes/outros foi de 3659 milhões t (ABIOVE, 2019).

O agronegócio obteve um total de US\$ 8,34 bilhões em exportação até junho de 2019. Em comparação com o mesmo período no ano anterior, houve uma queda de 8,9%. Em relação a importação, também houve uma queda de US\$ 1,04 bilhão em junho de 2018 para US\$ 984,18 milhões em junho de 2019.

Em junho de 2019, o complexo soja liderava os cinco principais setores exportadores do Brasil dominando 44,6% das exportações. A China é principal país importador de soja, porém esse ano a importação passou por uma redução para esse país. Não somente o volume importado diminuiu como sua cotação internacional. A cotação sofreu a redução devido ao aumento dos estoques. O continente asiático importou mais da metade do produto brasileiro. A exportação chegou a US\$ 4,53 bilhões até junho de 2019, 10,7% menos que no período de junho de 2018, sendo a participação da exportação brasileira diminuída em 1,1%.

Apesar da exportação para a China ter sofrido queda, para Hong Kong e Indonésia sofreram aumento. De US\$ 108,14 milhões em junho de 2018 para US\$ 168,79 milhões em junho de 2019 para Hong Kong (+ 56,1%) e de US\$ 67,38 milhões em junho de 2018 para US\$ 130,50 milhões em junho de 2019 para a Indonésia, um acréscimo de 93,7% (BRASIL, 2019).

#### **3.2. Situação econômica brasileira da soja**

A produção de grãos em território brasileiro foi de 242 milhões de toneladas, e uma produtividade de 3.827 kg/h na safra 2018/2019 contando as culturas de verão e inverno juntas (CONAB, 2019). Os cinco estados com maior produção de grãos de 2019 são Mato Grosso (63,4 milhões de toneladas), Paraná (37,9 milhões de toneladas), Rio Grande do Sul (35,0 milhões de toneladas), Goiás (22,4 milhões de toneladas) e Mato Grosso do Sul (18,3 milhões de toneladas) (BRASIL, 2019).

A produção total de soja no Brasil para a safra de 2018/2019 foi de 117.600 em milhões de toneladas (ABIOVE, 2019) e a região com maior produção foi o Centro-Oeste com uma produção total de 52.637,5 milhões de toneladas com a ordem

decrecente de estados com maior produção sendo Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal (CONAB, 2019).

O estado mais produtivo, segundo levantamento da CONAB (2019) da safra 18/19, foi o Mato Grosso com uma produção de 32.454,5 milhões de toneladas. Seguindo vem o Rio Grande do Sul com uma produção total de 19.187,1 milhões de toneladas. Em terceiro ficou o Paraná com uma produção total de 16.252,7 milhões de toneladas. O Goiás vem em seguida com um total de 11.437,4 milhões de toneladas e o quinto maior produtor foi Mato Grosso do Sul com 8.504,0 milhões de toneladas.

### **3.3. Qualidade fisiológica da semente da soja**

A qualidade fisiológica de uma semente é caracterizada pela viabilidade (germinação) e vigor que esta apresenta estabelecida em campo (POPINIGIS, 1977). Lotes de sementes de alta qualidade devem conter atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários, determinando seu valor de semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A semente apresenta bom desempenho conseguindo originar plântulas consideradas normais, com velocidade de emergência em campo homogênea, bom desenvolvimento durante seus estádios até a maturação e manter suas características durante armazenamento e transporte (HAMPTON; TEKRONY, 1995). Para uma semente germinar é necessário que o ambiente atenda a exigência de umidade, temperatura e oxigênio (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977).

A soja é uma das espécies com maior nível de exigência de qualidade fisiológica, devido a necessidade de se obter uma população de emergência rápida e uniforme, evitando frustrações por falhas no estabelecimento do estande (MARCOS-FILHO, 2013).

A semente sofre o efeito do vigor no seu crescimento inicial, tendendo a perder esse efeito no seu desenvolvimento até a maturação, segundo TeKrony et al. (1989). Marcos-Filho (1999) relatou que o vigor influencia na acumulação de matéria seca da planta, diminuindo ao avançar dos estádios, não interferindo na qualidade final das sementes. Entretanto, TeKrony e Egli (1991) discutem a importância da qualidade fisiológica da semente influenciar indiretamente a produtividade devido a velocidade desenvolvimento das plântulas e a porcentagem de emergência em campo, e diretamente nas plantas que chegam ao estágio final vigorosas. Segundo Toledo e

Marcos-Filho (1977), o vigor é considerado de grande importância para as sementes. Devido a essa propriedade, além de uma rápida germinação em campo, obtenção de plântulas com bom desenvolvimento e com boa produtividade, as sementes de alto vigor conseguem manter sua qualidade no armazenamento (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977).

A avaliação segura do potencial fisiológico das sementes identifica lotes que possuem maior probabilidade de bom desempenho durante o armazenamento e em campo. Após a emergência em campo é possível aferir o ponto em que o potencial fisiológico identificado em laboratório se manifestou e a eficiência dos testes aplicados (MARCOS-FILHO, 2011).

A semente apresenta na sua maturidade o potencial fisiológico máximo e também pode ocorrer o início da deterioração que, uma vez iniciada, não permite recuperar a qualidade da semente que pode sofrer influência de fatores como genótipo, condições ambientais durante desenvolvimento e maturação das sementes, manejo na colheita, secagem, beneficiamento armazenamento e incidência de insetos ou danos mecânicos ou por umidade (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Devido às características morfológicas e fisiológicas, as soja são propensas a sofrer com a deterioração, necessitando cuidados para manter o potencial fisiológico durante o armazenamento e instalação em campo. Sensíveis a condições adversas, a soja também pode sofrer com fatores ambientais durante sua maturação e práticas inadequadas de colheita, processamento e armazenamento (MARCOS-FILHO, 2013).

A estrutura da semente da soja a torna muito frágil, pois seu embrião é envolto por um tegumento delicado, seu eixo embrionário é superficial, sendo suscetível à danos mecânicos ou por microrganismos. A ruptura do tegumento pode levar a sementes a sofrer danos por umidade, por permitir a entrada no embrião com facilidade, além da liberação de exsudados (MARCOS-FILHO, 2013). Muitos são os fatores que podem causar os danos a estrutura externa e interna das sementes como colheita tardia, temperatura e umidade no armazenamento (PESKE et al., 2006), injúrias mecânicas durante o beneficiamento que podem dar abertura a agentes patogênicos (MACHADO, 2000).

A série de transformações degenerativas que as sementes sofrem, levam a sua deterioração e, posteriormente, sua morte. A deterioração pode se manifestar através da redução do seu vigor, representado pela redução do crescimento de plântulas, taxa

de germinação baixa, dentre outras características, ou a sua morte quando estas não germinam sob condições adequadas (PESKE et al., 2006).

Ao longo dos anos foram desenvolvidos testes para avaliar o vigor que uma semente apresenta. Os testes têm como objetivo classificar e separar as sementes em níveis de vigor, para obtenção do melhor material. Estes podem ser classificados como diretos, simulando as condições em campo e indiretos que avaliam atributos indiretamente correlacionados com o vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

### **3.4. Beneficiamento e perda de qualidade**

O objetivo do beneficiamento é realizar a separação de sementes viáveis de materiais indesejáveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012) considerada etapa importante para obtenção de sementes de alta qualidade (PESKE et al., 2006), evitando o desperdício de sementes boas com uma boa eficiência de trabalho (VAUGHAN et al., 1980).

Conforme França Neto et al. (1998) a expressão dos caracteres genéticos, os processos semeadura, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento podem implicar na perda de qualidade fisiológica das sementes devido as variações de temperatura e umidade, presença de insetos durante o processo de maturação e armazenamento, além de manejo inadequado durante as etapas no campo e na uba..

O beneficiamento começa com a etapa da recepção das sementes onde podem ser armazenadas ou serem encaminhadas diretamente para a linha de beneficiamento. Em seguida vem a pré limpeza realizando a remoção de impurezas mais grosseiras. Então vem a limpeza/melhoramento de qualidade, separando por tamanho e ventilação. Após a remoção de todas as impurezas possíveis, o lote passa pela classificação e pode já ser ensacado (VAUGHAN et al., 1980).

Um equipamento utilizado na limpeza das sementes é o separador de espiral formada, basicamente, por lâmina(s) de metal ao redor de um eixo central espiraladas, em sentido vertical. A limpeza ocorre pela diferença de forma e densidade entre as sementes de diferentes espécies. Sementes esféricas tendem a rolar com maior facilidade que as não esféricas, tendendo a aumentar a velocidade de acordo com o caminho rolando da espiral interna para a espiral externa. As não esféricas chegam ao fundo do equipamento e são descartadas (VAUGHAN et al., 1980).

A separação de sementes pode ser realizada pela mesa de gravidade ou densimétrica. Esse equipamento consiste na separação de sementes devido a diferença de peso específico entre as sementes, podendo ser de espécies diferentes com mesmo formato ou da mesma espécie que sofreram danos que alteram o seu peso como ataque de insetos e microrganismos e sementes chochas (VAUGHAN et al., 1980). A mesa conta com um fluxo de ar responsável por manter fluída a massa de sementes. As sementes são dispostas em camadas na mesa com inclinação regulável que realiza movimentos vibratórios. As mais leves vão para a região inferior da extremidade de descarga, e as mais pesadas são conduzidas para a região mais elevada devido o contato com a superfície porosa da mesa por conta da sua vibração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Antes do ensaio, as sementes podem ser classificadas quanto sua espessura e largura por uma máquina denominada classificadora, podendo também realizar a separação de material contaminado de semente sadia. Porém, esse equipamento não é utilizado para realizar a limpeza, apenas separação de materiais (VAUGHAN et al., 1980).

O contato das sementes com as superfícies dos equipamentos podem ser o agravante à danos mecânicos sofridos pelas sementes, segundo Oliveira et al. (1999) *apud* Andrews (1965) e Delouche (1967). Equipamentos desajustados e inadequados e transporte mal conduzido são as maiores fontes de danos às sementes (FRANÇA-NETO et al., 2016). Esses danos mecânicos podem ser abertura para entrada de patógenos nas sementes, comprometendo seu vigor e viabilidade (OLIVEIRA et al., 1999).

As sementes que sofrem danos durante o beneficiamento podem perder a capacidade de gerar plantas consideradas normais, reduzindo sua viabilidade. Um beneficiamento bem conduzido depende de equipamentos bem regulados, calibrados, tal como o conhecimento técnico do operador (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

### **3.5. Testes realizados em sementes para vigor**

A germinação se dá pela capacidade da semente de originar uma plântula normal, estando em condições favoráveis de umidade, temperatura e oxigênio. A deterioração é considerada um processo irreversível, não podendo ser evitado,



apenas retardado, prejudicando a qualidade da semente (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977).

A deterioração de uma semente pode ser percebida através da perda de poder germinativo e vigor que esta possui (TOLEDO; MARCOS-FILHO, 1977). Diante disso, foram criados testes para aferir a germinação e vigor de sementes, visando obter controle de qualidade (VIEIRA, 1999).

Os testes para a avaliação do vigor de sementes têm objetivos de avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes com germinação semelhante para separação destes em faixas de vigor altas ou baixas (KRYZANOWSKI et al., 1999) sendo compatível com os valores mínimos exigidos de germinação para cada espécie, durante o armazenamento ou semeadura (MARCOS-FILHO et al., 2009). Para serem bem sucedidos, os testes devem possuir uma base teórica que seja consistente (McDONALD, 1975), além de ser simples, rápido e de baixo custo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Para a interpretação correta dos resultados, é necessário que se tenha a compreensão da importância de seguir os procedimentos recomendados para cada teste (MARCOS-FILHO, 2011).

Os testes de vigor podem ser classificados como diretos, sendo estes os que imitam condições de campo em laboratório, ou até mesmo de condução direta em campo; e indiretos, sendo estes de avaliação do vigor, conduzido em laboratório (MARCOS-FILHO, 1999<sup>a</sup> ).

Há vários testes indicados para realizar a avaliação do vigor de sementes como tetrazólio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, dentre outros (MARCOS-FILHO et al., 2009).

O teste de germinação tem como objetivo principal avaliar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, em condições ideais, podendo estimar seu valor de semeadura em campo. A determinação do grau de umidade avalia a água contida nas sementes. Este teste é utilizado para verificar se a umidade na colheita estava no ponto adequado e correlacionado a outros testes (BRASIL, 2009).

O teste de envelhecimento acelerado tem o objetivo de identificar e separar lotes de sementes com níveis de vigor diferentes, porém com poder germinativo semelhante através da exposição a estresse por umidade e temperatura (MARCOS-FILHO, 1999b).

O teste de condutividade elétrica avalia a quantidade de lixiviados presentes na solução de embebição devido a desorganização da membrana celular da semente por conta de danos por perda de água ou mecânico (KRZYZANOWSKI et al., 1999c).

O teste de dano mecânico com hipoclorito de sódio avalia o grau de danos que as sementes sofreram, através da embebição da semente por conta de rupturas presentes no tegumento (KRZYZANOWSKI et al., 2004).

O teste de tetrazólio avalia o vigor das sementes devido a reação de enzimas desidrogenases com o sal. A desidrogenase do ácido málico reduz o sal de tetrazólio formando o composto trifenilformazan, indicando atividade metabólica da semente (FRANÇA-NETO, 1999).

A emergência de plântulas em campo valida os resultados de germinação e vigor obtidos em laboratório, confirmando sua veracidade e precisão de dados.

Dentre os testes citados, o principal é o teste de germinação, porém este possui limitações para fornecer resultados exatos devido a condução ser feita sob condições ótimas (BARROS et al., 2002). Portanto o uso de apenas um teste gera resultados incompletos, sendo necessário correlacionar com um ou mais testes para obtenção de resultados mais próximos ao real (MARCOS-FILHO, 2013).

Os testes não fornecem informações exatas do potencial de desempenho de um ou mais lotes, mas seus resultados contribuem para avaliação das diferenças significativas entre os lotes e posterior tomada de decisão (MARCOS-FILHO, 2013).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Local de desenvolvimento do experimento**

As sementes utilizadas para realizar os testes foram cedidas pela empresa Tec Agro, Formosa-GO. A cultivar utilizada é denominada Desafio, da safra 2018/2019. Os testes foram conduzidos no Laboratório de Análise de Semente da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, situado na Universidade de Brasília e o teste de emergência em campo foi conduzido na Fazenda Água Limpa, situada na Vargem Bonita em Brasília-DF.

### **4.2. Genótipo utilizado**

A cultivar utilizada para realização deste trabalho foi a RR 8473RSF (Desafio) da empresa BRASMAX. A cultivar apresenta porte médio, hábito de crescimento indeterminado, pertence ao grupo de maturação 7.4, de alta exigência de fertilidade, tamanho de semente pequeno, coloração da flor branca, cor da pubescência é cinza, o hilo tem coloração marrom-claro. Em relação as doenças é moderadamente resistente à mancha olho de rã, mancha alvo e pústula branca, resistente a cancro da haste e sem informação sobre macrophomina, fitóftora, ferrugem asiática e oídio. Em campo a população varia de 250 à 350 mil plantas por hectare (BRASMAX GENÉTICA, 2019).

### **4.3. Coleta das amostras de sementes durante o beneficiamento**

As amostras encaminhadas foram separadas após serem submetidas as etapas de limpeza, classificação e ensaque. Foram quatro amostras, sendo cada uma respectiva a um equipamento utilizado na etapa de beneficiamento. Após passarem pelo separador em espiral, mesa densimétrica, classificadora e ensaque, as sementes foram separadas e armazenadas em caixas próprias da empresa (Figura 1).

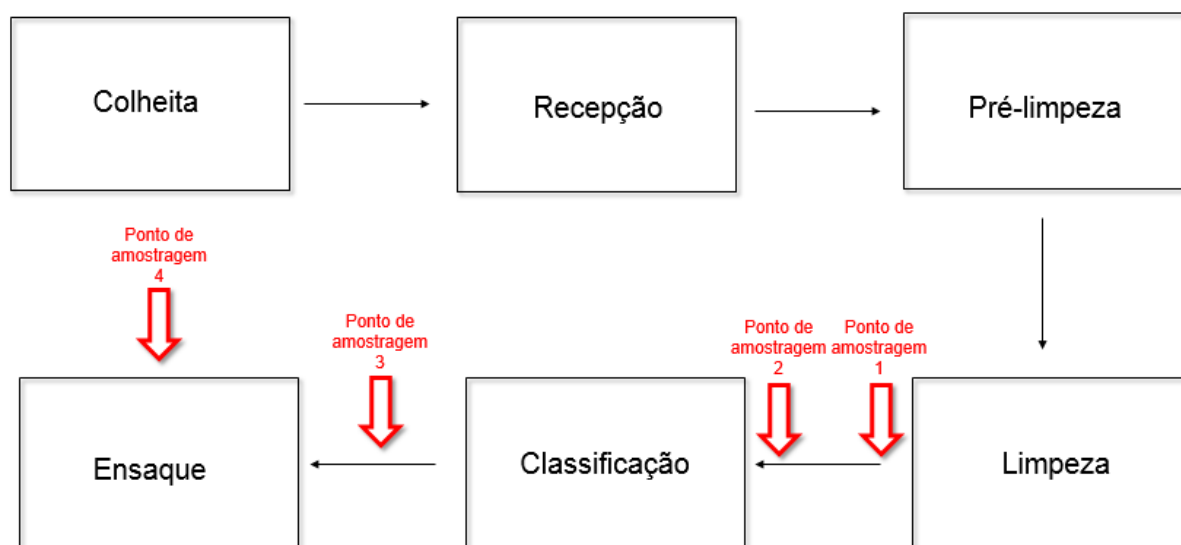


Figura 1. Esquematização dos processos de uma Unidade Beneficiadora de Sementes - UBS e indicação dos pontos de amostragem do trabalho, nos quais ponto de amostragem das coletas: 1 representa a mesa densimétrica, ponto de amostragem 2 representa o separador em espiral, ponto de amostragem 3 representa a classificadora e o ponto de amostragem 4 representa o ensaque.

#### 4.4. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes

##### 4.4.1. Teste Padrão de Germinação (TPG)

O teste padrão de germinação avalia a germinação através da contagem da proporção de sementes que foram capazes de produzir plantas normais em condições ótimas (BRASIL, 2009).

Foram separadas 4 repetições com 50 sementes para cada tratamento (etapas do beneficiamento) utilizando folha de papel germiteste como substrato

Cada repetição foi colocada sobre duas folhas de papel umedecidas com água equivalente a 2,0-3,0 vezes o seu peso. Para ficar sobre as folhas, foi utilizado separador de sementes com 50 perfurações, organizando as sementes em espaçamento adequado para que não houvesse nenhum obstáculo que pudesse alterar os resultados. As sementes foram cobertas com uma terceira folha e em seguida foram formados rolos que foram armazenados em sacos plásticos para evitar perda de umidade.

Os rolos foram armazenados em câmara de germinação tipo BOD, à 25°C. Após 5 dias foi realizada a contagem de sementes que originaram plântulas consideradas normais pela literatura.

#### **4.4.2. Teste de Condutividade Elétrica (CE)**

O teste de condutividade elétrica mede a quantidade de lixiviados presentes na solução de embebição de acordo de como se a integridade da membrana celular. Danos mecânicos (rompimento do tegumento), por inseto e desordem da membrana por conta da perda de água são os principais causadores da perda de lixiviados na solução (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Esse teste foi realizado duas vezes para avaliar o tempo e o grau de deterioração. No primeiro, a leitura ocorreu 6 horas após armazenamento em câmara tipo BOD, a segunda foi lida 24 horas após armazenamento, as duas submetidas a temperatura de 25 °C.

As sementes foram separadas em 4 repetições contendo 50 sementes por etapa do beneficiamento. As amostras foram pesadas antes da adição da solução deionizada (água destilada) e destinadas ao armazenamento em câmara com controle de temperatura.

Após o tempo percorrido de cada teste, foi realizada a leitura de lixiviados presentes na solução com condutímetro digital da marca GEHAKA, modelo CG 2000.

#### **4.4.3. Teste de Dano Mecânico (DM)**

Os danos mecânicos que as sementes sofrem durante a colheita e beneficiamento podem ser mensurados com a adição da solução de embebição de hipoclorito de sódio. Este teste determina o percentual de sementes danificadas através da ruptura do tegumento (KRZYZANOWSKI et al., 2004).

As sementes foram separadas em 4 repetições de 100 sementes para cada etapa de beneficiamento. Estas foram submetidas a uma solução de 5% de hipoclorito de sódio, complementando com água o volume total, por um período de 10 minutos.

Decorrido o tempo, foi feita a avaliação das sementes. Aquelas que se apresentavam embebidas (entumecidas) foram separadas e contabilizadas para

verificar se a porcentagem de dano por tratamento estava dentro do limite aceitável de 10% (KRZYZANOWSKI et al., 2004).

#### **4.4.4. Teste de Envelhecimento acelerado (EA)**

A base do teste de envelhecimento acelerado é que sob condições de temperatura e umidade elevadas, as sementes sofram deterioração, diminuindo seu vigor (MARCOS-FILHO, 1999b).

As sementes foram separadas em 4 repetições com 50 sementes por etapa de beneficiamento para, posteriormente, realizar o teste padrão de germinação; e 2 repetições com 25 sementes para cada etapa do beneficiamento para posterior verificação do teor de água.

As amostras foram distribuídas sobre uma tela de alumínio, colocadas em caixas plásticas de 11,0 x 11,0 x 3,5 cm com um volume de 40 mL de água. Em seguida, armazenadas em câmara de germinação, tipo BOD, sob uma temperatura de 41 °C no período de 72 horas.

Ao final do período de armazenamento dentro da câmara, as sementes foram separadas e destinadas para seus respectivos testes. As sementes do TPG foram submetidas ao mesmo procedimento citado anteriormente. As sementes para aferição do teor de água foram colocadas em recipientes metálicos, separadas em suas respectivas repetições e tratamentos, e armazenadas em estufa em um período de 24 horas.

Antes de serem encaminhadas para a estufa, as sementes para teor de água foram pesadas. Ao término do período de armazenamento, as amostras foram novamente pesadas para chegar ao percentual de umidade das sementes.

#### **4.4.5. Teste de Tetrazólio (TZ)**

O teste de tetrazólio avalia a viabilidade celular e dos tecidos das sementes por conta da aferição da atividade respiratória mitocondrial. O sal de tetrazólio, ao reagir com a enzima desidrogenase, forma o trifenilformazan, indicando atividade, logo, indica que a semente possui viabilidade (FRANÇA-NETO, 1999).

As sementes foram separadas em 2 repetições com 50 sementes para cada etapa de beneficiamento. Para o pré-umedecimento, as sementes foram colocadas

entre papel, umedecido com 2,5 vezes o peso do papel e armazenadas por 16 horas, sob temperatura de 25°C em câmara tipo BOD.

Para realizar a coloração, as sementes foram colocadas em copos plásticos submersas na solução de tetrazólio com concentração de 0,075%, pelo período de 2,5 horas sob uma temperatura de 40°C.

Após a coloração ter ocorrido, as sementes foram lavadas e avaliadas de acordo com a coloração que estas apresentavam em comparação com a literatura existente.

#### **4.4.6. Emergência de plântulas em campo (EC)**

A emergência de plântulas em campo pode ser utilizada para confirmar o vigor e viabilidade das sementes já percebidas em laboratório. Os resultados desse teste podem assentir com os resultados obtidos em laboratório sobre a qualidade fisiológica das sementes.

As sementes foram separadas em 6 repetições contendo 50 sementes para cada etapa do beneficiamento (NAKAGAWA, 1999). O experimento foi conduzido em um canteiro na Fazenda Água Limpa. As sementes foram distribuídas em linhas com espaçamento de 20 cm e profundidade aproximada de 3 cm. Ao decorrer de 7 dias, as sementes que conseguiram germinar e apresentar plântulas normais foram contabilizadas para obtenção do percentual de sementes viáveis.

#### **4.5. Análise estatística**

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados pelo software “AgroEstat” (BARBOSA; MALDONADO-JR, 2015).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o resultado das porcentagens da germinação e do dano mecânico das sementes verificou-se que não apresentaram diferenças significativas estatísticas entre as etapas de beneficiamento. Somente o teste de envelhecimento acelerado apresentou diferença estatística entre os pontos abordados no beneficiamento (Tabela 1).

O teste de germinação apresentou em todas as etapas de beneficiamento média acima do mínimo exigido para comercialização que é de 80% (BRASIL, 2013), com 14 a 16% a mais do limite.

Os resultados do teste de dano mecânico, durante todas as etapas de beneficiamento, apresentaram-se abaixo do percentual aceito mínimo de 10% (KRZYZANOWSKI et al., 2004).

Tabela 1. Resultado da germinação, germinação do teste de envelhecimento acelerado e dano mecânico, em porcentagens, de sementes da cultivar de soja Desafio ao longo das etapas do beneficiamento (AGRO, 2019).

ETAPAS DO BENEFICIAMENTO	GERMINAÇÃO (%)	ENVELHECIMENTO ACELERADO (%)	DANO MECÂNICO (%)
SEPARADOR EM ESPIRAL	96 a <sup>1</sup>	77 b	2,3 a
MESA DENSIMÉTRICA	96 a	93 a	3,5 a
CLASSIFICADORA	94 a	87 ab	5,5 a
ENSAQUE	94 a	87 ab	4,5 a
Teste F	1,16 <sup>ns</sup>	5,13*	1,94 <sup>ns</sup>
DMS (5%)	5,62	12,30	4,19
CV (%)	2,83	6,85	50,66

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>Valor não significativo e \*valor significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Os resultados obtidos na aferição do valor de teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado variaram entre 14 a 20%.

Silva et al. (2011) em seu trabalho com soja obteve médias de germinação acima do mínimo exigido para comercialização. Porém, as etapas com maior



porcentagem de germinação foram nos 1º e 2º pontos, secador e elevador da pré-limpeza, respectivamente. No teste de envelhecimento acelerado, os resultados não tiveram diferença significativa, exceto no 4º ponto, no qual a germinação se apresenta abaixo do mínimo, porém ainda próximo aos outros valores estatisticamente.

No trabalho de Zagui e Neres (2018) com sementes de soja durante beneficiamento, as médias obtidas para dano mecânico também se mantiveram abaixo do mínimo exigido durante 11 etapas do processo de beneficiamento, indicando que houve danos, mas estes encontraram-se dentro do aceitável. Porém, no trabalho de Amaral et al. (2018) com sementes de soja os danos foram superiores ao mínimo aceito em todas as etapas de beneficiamento.

Em relação aos dois testes de condutividade elétrica aplicados as sementes (Tabela 2) não foi observada diferença significativa para nenhum dos quatro tratamentos. Porém, as sementes embebidas por 24 horas apresentaram resultados superiores que as sementes embebidas por 6 horas.

Os valores obtidos neste trabalho na condutividade elétrica indicam que as sementes podem ser classificadas, de acordo com Vieira (1994) e Vieira e Krzyzanowski (1999), como sementes de médio vigor (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da condutividade elétrica após 6 e 24 horas de embebição das sementes de soja da cultivar Desafio (AGRO, 2019).

<b>ETAPAS DO BENEFICIAMENTO</b>	<b>CE (6 horas) (<math>\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}</math>)</b>	<b>CE (24horas) (<math>\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}</math>)</b>
<b>SEPARADOR EM ESPIRAL</b>	72,43 a <sup>1</sup>	111,67 a
<b>MESA DENSIMÉTRICA</b>	67,17 a	104,58 a
<b>CLASSIFICADORA</b>	67,00 a	109,00 a
<b>ENSAQUE</b>	70,76 a	111,98 a
<b>Teste F</b>	1,26 <sup>ns</sup>	0,35*
<b>DMS (5%)</b>	10,09	24,30
<b>CV (%)</b>	6,93	10,59

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>Valor não significativo.

Silva et al. (2011) no trabalho com sementes de soja nas etapas de beneficiamento com 5 cultivares diferentes obtiveram resultados de leitura inferiores

ao encontrado na Tabela 2 com médias entre 40 e 43  $\mu\text{S/cm/g}$  após submeter as sementes as mesmas condições que o presente trabalho, pelo período de 24 horas. Amaro et al. (2015) em seu trabalho com testes para vigor de feijoeiro encontrou valores na faixa de 34,01-47,3  $\mu\text{S/cm/g}$ , sob as mesmas condições e período de 24 horas.

Essa diferença entre os resultados dos trabalhos pode indicar que as sementes podem ter sofrido danos na membrana durante as etapas de beneficiamento.

A partir deste teste poderia concluir então que houve uma taxa baixa de danos mecânicos durante as etapas que essas sementes foram obtidas.

Comparando os resultados do teste de dano mecânico com o teste de condutividade elétrica, pode-se observar que os danos podem ser internos, mas não afetam as estruturas externas, como nesse caso o tegumento. Ou seja, até o momento os danos que as sementes podem ter sofrido por uma umidade de sementes baixa, danos causados por inseto ou genótipo suscetível da semente (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O teste de tetrazólio (Tabela 3) apresentou resultados sem diferença significativa entre as médias ao longo do beneficiamento. As sementes das etapas Separador em Espiral, Classificadora e Ensaque podem ser classificadas como de vigor muito alto ( $\geq 85\%$ ) e as sementes da etapa Mesa densimétrica podem ser classificadas como sementes de vigor médio (entre 74% e 60%) de acordo com França-Neto et al. (1998). Resultados concordantes foram obtidos por Zagui e Neres (2018) que conseguiram determinar em seu trabalho apenas uma etapa com sementes de vigor alta, enquanto nas demais etapas, as sementes puderam ser classificadas como de vigor muito alto.

Na avaliação da emergência de plântulas em campo das sementes verificou-se que houve diferença estatística significativa ao longo das etapas do beneficiamento. Após o Separador em espiral que apresentou a menor emergência, observou-se que as etapas na sequência colaboraram na melhoria da qualidade fisiológica das sementes (Tabela 3). Esse resultado pode indicar que ao longo do processo as sementes de melhor qualidade se mantiveram no lote, conseguindo eliminar pelos processos materiais de qualidade inferior.

Resultados semelhantes foram obtidos por Calaça (2017) para emergência em campo de sementes de soja em sequeiro e sob pivôs. Para sequeiro, não houve

diferença significativa com aumento na porcentagem de plantas germinados. Em um dos pivôs houve diferença estatística significativa e para ambos a etapa de ensaque 1 houve um número maior de sementes germinadas.

Tabela 3. Resultados do teste de tetrazólio (viabilidade e vigor) e emergência de plântulas em campo das sementes de soja da cultivar Desafio (AGRO, 2019).

TETRAZÓLIO			EMERGÊNCIA EM CAMPO (%)
ETAPAS DO BENEFICIAMENTO	VIABILIDADE (%)	VIGOR (%)	
SEPARADOR EM ESPIRAL	97 a <sup>1</sup>	87 a	83 b
MESA DENSIMÉTRIA	92 a	73 a	92 a
CLASSIFICADORA	97 a	85 a	94 a
ENSAQUE	98 a	93 a	94 a
Teste F	1,63 <sup>ns</sup>	3,06 <sup>ns</sup>	9,41 <sup>**</sup>
DMS (5%)	12,21	27,61	6,66
CV (%)	3,13	8,03	4,56

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>Valor não significativo e <sup>\*\*</sup>valor significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Silva et al. (2011) obtiveram em seu trabalho sementes com vigor muito alto nas duas primeiras etapas, e as outras três se encaixam na classificação de sementes com vigor alto. A viabilidade não apresenta diferença estatística significativa, e as médias corroboram com o teste padrão de germinação com obtenção de médias acima de 90% (Tabela 3).

Lopes et al. (2011) durante as mesmas etapas de beneficiamento para emergência de plântulas em campo, encontrou resultados de germinação acima do mínimo exigido para comercialização com considerável aumento nas médias.

Desta maneira, de modo geral, ficou evidente que a passagem das sementes ao longo do processo de beneficiamento colaborou na melhoria da qualidade fisiológica destas.

## 6. CONCLUSÕES

Pela interpretação dos resultados, pode-se concluir que:

1. A germinação foi mantida ao longo do beneficiamento e ficou acima do padrão mínimo exigido para comercialização;
2. No teste de envelhecimento acelerado a passagem pelos equipamentos de beneficiamento promoveu o aumento na qualidade da semente;
3. Para dano mecânico, independente das etapas de beneficiamento, os valores se mantiveram iguais;
4. No teste de condutividade elétrica, as sementes podem ser classificadas como de vigor médio, independente das etapas de beneficiamento;
5. No teste de tetrazólio as sementes apresentaram classificação de vigor como muito alto e vigor médio, mas sem diferir nas etapas de beneficiamento;
6. Na emergência em campo os valores aumentaram conforme a passagem pelas etapas de beneficiamento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE - **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais**. Disponível em: <<http://abiove.org.br/cadeia-produtiva/>>. Acesso em: 30 Out. 2019.

AMARAL, D. R; DOBIS, F. S; CARVALHO, T. C. de. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.11, n.2, p.43-52, 2018.

AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A; CANGUSSÚ, L.V.S.; OLIVEIRA, M.B. Teste de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**. p.383-389, 2015.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO-JR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2015. 396p

BARROS, I.D.; NUNES, H.V.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C. Comparação entre teste de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.12-16, 2002.

BRASIL. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agropecuária Brasileira em Números**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>. Acesso em: 30 Out. 2019.

BRASIL. **Instrução normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013**: padrão para produção e comercialização de sementes de soja. Brasília: D.O.U., 2013, 38p.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRASMAX GENÉTICA LTDA. Disponível em: <<https://sementesroos.com.br/cultivar/brasmax-desafio-rr-8473rsf/>>. Acesso em: 05 Dez. 2019,

CALAÇA, M.M. **Verificação da qualidade ao longo do processo de beneficiamento de sementes de soja**. 2017. 31f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2017.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Safrá Brasileira de Grãos**. Boletim de grãos completo. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 30 Out. 2019.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PÁDUA, G.P. de; LORINI, I.; HENNING, F.A. **Tecnologia da produção de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA, 2016. (Documento, 380).

FRANÇA-NETO, J.B. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8.5, p.1-28.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.O da **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, 1998. (Documento, 116).

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. **Handbook of vigour tests methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.F; COSTA, N.P. **Teste do hipoclorito de sódio para sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPQ, 2004. 4p. (Circular Técnica, 37).

LOPES, M. de M.; PRADO, M.O.D.; SADER, R.; BARBOSA, R.M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience**, v.27, n.2, p.230-238, 2011.

MACHADO, R.T.M. **Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistemas agroindustriais**. 2000. 256f. Tese (Doutorado em Administração), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: dimensão e perspectivas. **Seed News**, 2011. Disponível em: <<https://www.seednews.com.br/edicoes/artigo/1111-testes-de-vigor:-dimensao-e-perspectivas-edicao-janeiro-2011>>. Acesso em: 27 Out. 2019.

MARCOS-FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, v.23, n.1, p.21-24, 2013.

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. de Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.102-122, 2009.

MARCOS-FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para semente de soja. Congresso brasileiro de soja, 1999a, Londrina. **Anais...** p.220-226.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. cap.3, p.1-24.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999c. cap.1, p.1-23.

McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v.65, p.109-139, 1975.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85.

OLIVEIRA, A.; SADER, R.; KRZYZANOWSKI, F.C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.59-66, 1999.

PESKE, S.T.; LUCCA-FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2.ed. Pelotas: UFPel, 2006. 415p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

SILVA, R.P. da; TEIXEIRA R.I.; DEVILLA, R.A.; REZENDE, R.C.; SILVA, G.S. da. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*. L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1219-1230, 2011.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, v.29, p.1528-1531, 1989.

TOLEDO, F.F. de; MARCOS-FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres. 1977. 224p.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, R.B.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: MAPA, 1980.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D. Testes de vigor utilizados para sementes de soja no Brasil na atualidade. Congresso brasileiro de soja, 1999, Londrina. **Anais...** p.227-232.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

ZAGUI, G.; NERES, D.C. de C. Danos mecânicos e qualidade fisiológica no beneficiamento de sementes de soja TMG 1180 RR. **Revista Eletrônica do UNIVAG**, n.18 p.118-132, 2018. (ISSN 1980-7341).